

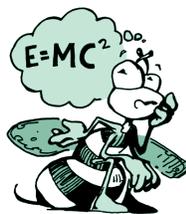
Excúsenme mientras hago que fluyan mis nieves



¿Cuáles son las causas para que ocurran las avalanchas?

Conoce al Dr. Karl Birkeland:

Me gusta ser científico porque me gusta jugar al detective. Busco soluciones a los problemas de avalancha que enfrentan las personas que trabajan y se recrean en las montañas. Me interesé en las avalanchas cuando estaba en la universidad y trabajaba como patrullero en un área de esquí. Al ser un estudiante de las avalanchas combino mi amor por el esquí, las montañas, la nieve y la ciencia.



Pensando en la ciencia

Los descubrimientos de los científicos que estudian los recursos naturales proporcionan nueva información sobre el medio ambiente que ayuda resolver algunos de los problemas de la sociedad. A veces, el hecho de aprender nuevas cosas sobre el medio ambiente es suficiente para ayudar a que los ciudadanos tomen mejores decisiones. En este estudio, los

científicos estaban interesados en descubrir qué condiciones del estado del tiempo y la nieve, son favorables para que se den las avalanchas. Esto es importante porque las avalanchas pueden ser peligrosas, e incluso fatales, para los esquiadores de nieve y otras personas que visitan las áreas cubiertas de nieve de las montañas. Si la gente sabe qué condiciones del tiempo son favorables para la formación de una avalancha, pueden evitar ir a las áreas nevadas de las montañas mientras esas condiciones persistan. En formas tales como ésta, el trabajo de los científicos puede ayudar a que la gente tome decisiones que le ayudan a su seguridad.



Pensando en el medio ambiente

Las avalanchas son masas de nieve que se desprenden repentinamente y fluyen cuesta abajo. Las avalanchas son más comunes en las pendientes más empinadas, tal como las de 30 grados o más, y alcanzan velocidades de más de 100 millas por



Dr. Karl Birkeland

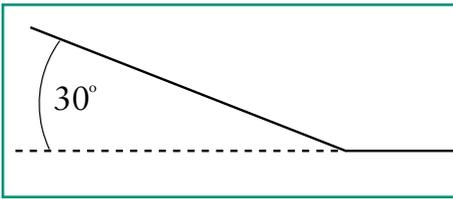


Figura 1. Pendiente de 30°

hora (160 km/h) (ver figura 1). Incluso el peso de los esquiadores u otros viajeros en las montañas, pueden iniciar avalanchas cuando las condiciones del tiempo y de la nieve son inestables. Las avalanchas pertenecen a la clase de las fuerzas de mayor *escala* de la naturaleza, con una escala similar a la de los derrumbes, las inundaciones y los tornados. Las fuerzas ambientales de gran escala casi siempre ocurren naturalmente. Sin embargo, cuando los seres humanos se ven afectados por estas fuerzas, el impacto puede ser *desastroso* para las personas y para la sociedad.

Introducción

Las avalanchas de pedazos de nieve planos y grandes, como las lozas, son las más peligrosas. Una loza es una capa de nieve nueva que está encima de otra capa de nieve, llamada capa débil. Los científicos le llaman capa débil porque las fuerzas que unen a los cristales de nieve son débiles. Un peso adicional, tal como la caída de más nieve, puede amontonarse encima de la capa débil, y cuando esto ocurre, una parte de la capa nueva puede romperse y caer cuesta abajo. Los científicos en este estudio querían saber cómo se forma la capa débil. Aunque se habían realizado estudios sobre la formación de otras capas débiles de nieve en otros lugares, nadie había estudiado específica-

mente esta capa débil en Montana.

Aunque los científicos sabían que estas capas débiles se estaban formando, no sabían cómo las temperaturas de la nieve afectaban este proceso. El Dr. Birkeland y sus colegas llevaron a cabo esta investigación para entender mejor la *relación* entre las temperaturas de nieve durante el día y durante la noche, y la formación de la capa débil de nieve. Además querían observar si había avalanchas *asociadas* con la capa débil.



Preguntas para reflexionar

- Los científicos querían estudiar la temperatura de la nieve sobre la superficie y debajo de la superficie. Si tu fueras el científico, ¿qué harías para medir la temperatura de la nieve en estos lugares?
- ¿Existía algún peligro para los científicos mientras llevaban a cabo su investigación? ¿Qué crees que hicieron para reducir el riesgo?

Métodos de investigación

Los científicos querían medir la temperatura de la superficie de la nieve y a 20 centímetros de profundidad. (¿Cuántas pulgadas es esto? Multiplica veinte por 0.394 para saberlo). Los científicos midieron la temperatura de la nieve con termómetros pegados a lo largo de un tubo plástico. Para proteger cada termómetro, antes de pegarlo al tubo plástico, los colocaron dentro de tubos de acero inoxidable con aperturas

Glosario:

Escala: Cuando observas algo desde cerca o desde lejos, estás observándolo a escalas distintas.

Desastroso: Causando sufrimiento o un desastre.

Asociado: Estrechamente conectado con otro.

Relación: Una conexión con otro

Presión de vapor de agua: Cantidad de presión producida por el agua que está en el aire, según la temperatura.

Cristalizar: Formar cristales. Los cristales de agua se forman cuando el vapor de agua se enfría y las moléculas de agua se unen.

Administrador: Persona que dirige o que está encargada de algo.

en las puntas. Pegaron dos termómetros en el extremo superior del tubo plástico, dejando un centímetro entre ellos.

Después, pegaron los demás termómetros a intervalos de 5 centímetros (ver figura 2).

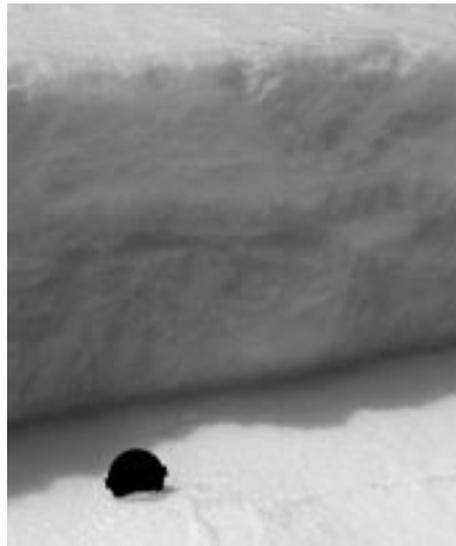
(¿Cuántos termómetros colocaron debajo de la nieve? Divide 20 centímetros entre 5 centímetros). Los termómetros reportaron automáticamente las temperaturas a ciertas horas del día y de la noche. Colocaron el tubo con los termómetros dentro de la nieve (ver figura 3). Los científicos estaban interesados en el estudio de las avalanchas



Figura 2. Termómetros usados por los científicos.



Figura 3. Termómetro en la nieve.



Capa débil y nueva capa de nieve.

en las pendientes empinadas. Sin embargo, tomaron la temperatura en un área plana en la parte baja de una pendiente empinada porque era el lugar más seguro y conveniente para tomar la temperatura de la nieve.

Los científicos estaban interesados en comparar la temperatura de la nieve a diferentes profundidades y a diferentes horas del día y de la noche. Después, cuando la capa débil había sido enterrada por una nueva capa de nieve, los científicos observaron su relación con las avalanchas del área.



Preguntas para reflexionar

- Crees que la temperatura de la superficie de la nieve cambió más o menos durante el día y la noche en comparación con la temperatura de la nieve más profunda? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la ventaja de tener un aparato que mide la temperatura automáticamente?

Hallazgos

El Dr. Birkeland y sus colegas descubrieron que la temperatura de la superficie de la nieve era muy diferente durante el día que durante la noche. Durante el día, la superficie de la nieve era calentada por el sol y era mucho más caliente que la nieve bajo la superficie. De noche, la superficie de la nieve se enfriaba y su temperatura era mucho menor que la temperatura de la nieve bajo la superficie. La temperatura de la nieve bajo la superficie era muy estable a todas horas (figura 4). Con tantas variaciones de temperatura en la superficie de la nieve y en la nieve más profunda, la *presión de vapor de agua* y la nieve también variaba mucho. Durante la fría noche, el vapor de agua subía hasta la superficie.

Mientras estaba cerca la superficie, se puso muy frío y se congeló sobre unos cristales cercanos que ya existían. Durante el día cálido, el proceso era el opuesto. Algunos de los cristales se convertían en vapor de agua otra vez y el vapor bajaba por entre la nieve. Cuando el vapor de agua vuelve a *crystalizarse* cerca de la superficie, se convierte en cristales con ángulos agudos y lados planos (ver figura 5). Al caer nueva nieve sobre la capa vieja, no se pega muy bien a los cristales planos. Esto crea las condiciones propicias para el desarrollo de peligrosas avalanchas.

Después de la formación de la capa de cristales, cayó nuevamente nieve sobre el área de estudio. Durante nueve días, hubo avalanchas en la región. Las avalanchas se formaron porque la nieve nueva no pudo adherirse a la capa débil. La

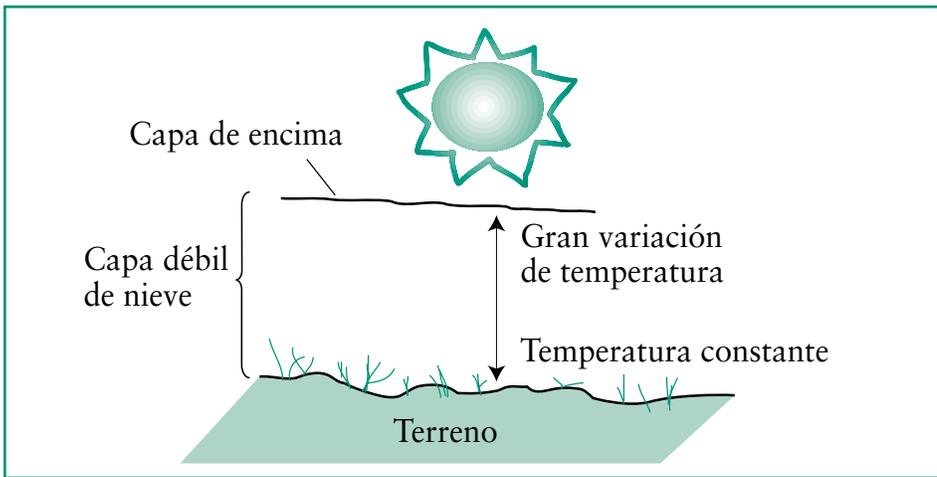


Figura 4. Comparación de la temperatura de la nieve de la superficie y la nieve más profunda.

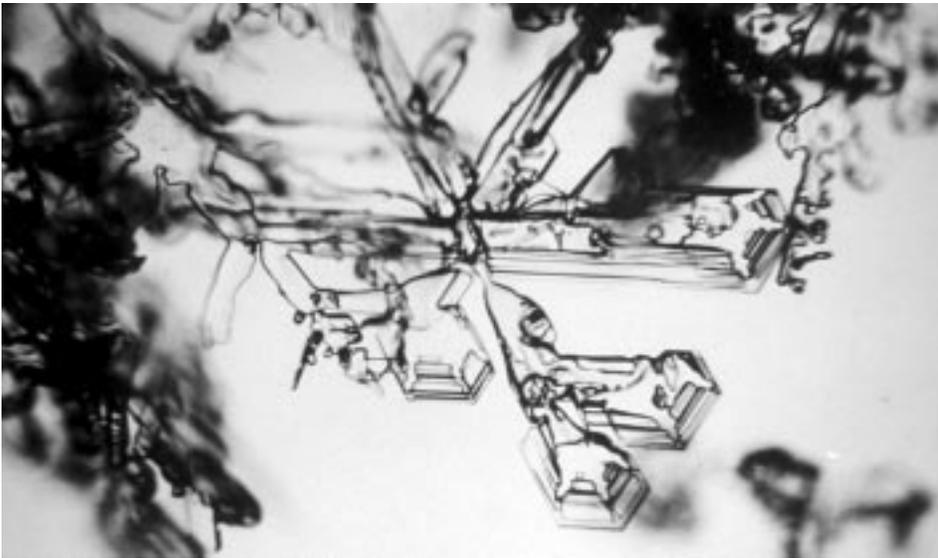


Figura 5. Cristal de una capa débil de nieve.

nieve nueva acumuló tanto peso que se despegó de la capa débil. Una vez despegada, enormes pedazos cayeron cuesta abajo en avalancha.



Preguntas para reflexionar

• ¿Por qué crees que la nieve bajo la superficie tuvo una temperatura más o menos estable, sin importar si era de día o de noche?

- Cuando comienza una avalancha, ¿qué fuerza hace que continúe? ¿Puedes pensar en otras dos cosas que hacen que una avalancha siga cayendo?

Hallazgos

Los científicos descubrieron que, durante períodos de días soleados y claros y noches frías, una capa de nieve débil y cristalizada se formaba. Bajo estas condiciones, la temperatura superficial de la nieve variaba mucho en comparación con la temperatura de la nieve más pro-

funda. Esto causa variaciones en la presión del vapor de agua. La gran variación de la presión del vapor de agua hace que el vapor de agua se vuelva a cristalizar cerca a la superficie durante la noche. Cuando esto ocurre, se forma una capa débil a la que la nieve nueva podría no adherirse. Los esquiadores y otras personas que visitan los lugares nevados deben tener un mayor cuidado durante los períodos soleados seguidos por caídas de nieve.



Preguntas para reflexionar

- Imagina que eres el administrador de un área de montaña cubierta de nieve. Un grupo de jóvenes quiere esquiar durante un período de días soleados y nueva caída de nieve. Tú sabes que las condiciones son propicias para una avalancha. ¿Que le dirías a los esquiadores? Por qué?
- ¿Qué puede hacer un administrador de recursos naturales para aumentar la seguridad en las áreas de esquí?



Descubriendo los hechos

Consigue una caja de cartón que mida 2 pies cuadrados.

Llénela con pedacitos de poliestireno. Ponla bajo la luz del sol. Consigue 3 termómetros. Coloca un termómetro en el centro de la caja, entre los pedacitos de poliestireno. Coloca el segundo termómetro debajo de una capa de pedazos de poliestireno.

Navegando en la nieve-net

Las avalanchas pueden ser peligrosas en las áreas nevadas y montañosas. Utah tiene una combinación de montañas altas, mucha nieve y ciudades con una población total de un millón y medio de personas, precisamente en la base de una cordillera grande de montañas. En Utah, mueren más personas por causa de las avalanchas que por cualquier otro desastre natural. Para aumentar la seguridad de la gente, los organizadores de los

Juegos Olímpicos de Invierno del 2002 formaron equipo con el Centro de Avalanchas del Servicio de Forestal de Utah. Querían encontrar formas para informar a la gente cuando había condiciones de alto riesgo de avalancha. Una forma para hacer esto es a través de la red internet. El Centro de Avalanchas cambió su sitio de internet para hacerlo más fácil de usar. Las personas que visitan este sitio en la internet pueden

enterarse de cuáles áreas y qué condiciones de tiempo son peligrosas. Incluso pueden aprender más sobre las causas de las avalanchas. Si están interesados en aprender más sobre las avalanchas, visiten <http://www.avalanche.org> ó <http://www.csac.org>



Coloca el tercer termómetro por fuera de la caja. Anota la temperatura de los 3 termómetros cada hora. Puedes usar el recuadro en esta página o hacer tu propio recuadro. Vas a tener que sacar los termómetros de la caja y volverlos a colocar en los mismos lugares después de anotar las temperaturas. Haz una tabla que indique los niveles de las temperaturas tomadas. Estudia las 2 tablas. ¿Qué te hace pensar acerca de las características de aislamiento del poliestireno? ¿En qué se parece la nieve y el poliestireno? ¿En qué se diferencian? A base de esta actividad, considera las siguientes preguntas utilizando de base esta actividad:

- (1) ¿Por qué es útil medir la temperatura del aire además de la temperatura dentro de la caja?
- (2) ¿En qué se parece esta actividad a la investigación que llevaron a cabo los científicos?

Cuadro de ejemplo:

Hora	Temperatura dentro de la caja	Temperatura en el nivel de arriba de la caja.	Temperatura del aire
9:00 a.m.			
10:00 a.m.			
11:00 a.m.			
12:00 noon			
1:00 p.m.			
2:00 p.m.			

- (3) ¿Cuál fue el cambio de temperatura más grande que ocurrió dentro de la caja? ¿Por qué?

Tomado de Birkeland, Karl W; Johnson, Ron E; y Schmidt, D. Scott (1998). Cristales de varias caras formados por la re-cristalización cerca de la superficie: Un estudio de la formación de la capa débil en la nieve de montaña y su contribución en la frecuencia de las avalanchas. *Arctic and Alpine Research*, 30(2): 200-204.

En internet:

<http://www.avalanche.org/~uafc>
 Página de nieve para niños:
www.teelfamily.com/activities/snow
 Página de cristales de nieve:
www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/primer/primer.htm